

Kajian Penempatan Penambahan Recloser Menggunakan Metoda Algoritma Genetika Studi Kasus Penyulang Out Going Feeder 19 Bakti PT PLN (Persero)

Rahmahani Setiawati*, Dian Yayan Sukma**

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293 Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau Email: rahmahanisetiawati@gmail.com

ABSTRACT

Reliability is an important parameter in electric energy distribution. The determination of recloser position has an important rule, especially in reliability of electrical power system. Parameter used in reliability electrical power system is SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) and SAIDI (System Average Interruption Duration Index). SAIFI and SAIDI can be calculated from the outage time and the failure rate occurred in one year. The research is implemented in 20 KV radial line system on feeder 19 Bakti PT PLN (Persero). The optimization method is using genetic algorithm. The following steps are : data collection there is disturbance line, forming of the objective function SAIFI and SAIDI, simulation using MATLAB programming and analyzing the position of recloser. The results are necessary to add new recloser on feeder 19 Bakti on 9,01 km from PMT Out Going. The reduction of SAIFI are 35,748% and the reduction of SAIDI are 35,746 % . Fitness value after the research is 0,0013.

Keyword : recloser, reliability, genetic algorithm

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan primer untuk mendukung aktivitas manusia. Kegiatan penyaluran energi listrik terdiri atas pembangkitan, transmisi dan distribusi. Untuk menjamin kontinuitas penyediaan energi listrik tersebut maka diperlukan tingkat keandalan yang baik. Dari ketiga bagian tersebut, sistem distribusi merupakan bagian yang terdekat dengan beban sehingga gangguan pada bagian ini akan langsung berdampak pada beban.

Tingkat keandalan ini dipengaruhi oleh gangguan yang terjadi. Gangguan disebabkan oleh dua faktor, faktor internal yaitu dari dalam jaringan itu sendiri seperti kawat putus atau faktor eksternal yang berasal dari luar kondisi jaringan seperti gangguan hewan dan kondisi alam. Semakin sering suatu jaringan distribusi mengalami gangguan maka kontinuitas penyaluran energi listrik juga akan semakin buruk. Adapun indeks yang menunjukkan tingkat keandalan dari suatu sistem distribusi diantaranya adalah SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index).

SAIDI merupakan indeks yang menghitung rata - rata durasi kegagalan yang dialami pelanggan. Indeks ini dicari dengan membagi jumlah semua durasi kegagalan yang terjadi dengan total jumlah pelanggan yang dilayani dalam suatu sistem. Sedangkan SAIFI merupakan indeks yang menghitung rata-rata jumlah kegagalan yang terjadi per pelanggan dalam satuan waktu tertentu. Indeks ini dicari dengan membagi jumlah semua kegagalan yang terjadi dengan total jumlah pelanggan yang dilayani dalam suatu system. Semakin kecil nilai SAIFI dan SAIDI maka keandalan akan semakin baik.

Banyak penelitian yang telah membahas tentang optimasi penempatan peralatan proteksi pada jaringan distribusi menggunakan metode algoritma genetika. Penelitian yang sudah pernah dilakukan pada dasarnya memiliki kesamaan yakni untuk memperbaiki tingkat keandalan sistem namun dengan model fungsi objektif yang berbeda.

Literatur yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah penelitian yang berjudul Kajian Penempatan Recloser pada Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Algoritma Genetika Berdasarkan Keandalan Maksimum

yang dilakukan oleh Syahru Ramadhan Indra pada tahun 2016. Lokasi objek penelitian adalah PT Chevron Pasific Indonesia. Metode optimasi yang digunakan adalah algoritma genetika dengan indeks keandalan berupa SAIFI (System Average Interruption Frequency Index). Penelitian ini didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Prima (2015) dimana penulis menghitung nilai SAIFI dan SAIDI menggunakan metode *section technique*. Penulis memberi saran untuk untuk memaksimalkan keandalan perlu dilakukan penempatan penambahan recloser yang lebih optimal. Jadi, penelitian ini mencoba untuk mengkaji penempatan recloser baru menggunakan metode algoritma genetika dengan menggunakan metode perhitungan tingkat keandalan adalah *section technique*.

II. LANDASAN TEORI

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem tenaga listrik, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan dengan cara melalui perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau, pada periode tertentu.

Kontinuitas pelayanan yang merupakan salah satu unsur dari kualitas pelayanan tergantung kepada macam sarana penyalur dan peralatan pengaman. Jaringan distribusi sebagai sarana penyalur tenaga listrik mempunyai tingkat kontinuitas tergantung kepada susunan saluran dan cara pengaturan operasinya. Tingkat keandalan sistem distribusi dilihat berdasarkan suatu indeks dimana jika nilai indeks ini semakin kecil maka keandalannya semakin baik.

2.1 Metode Section Technique

Section Technique merupakan suatu metode terstruktur untuk menganalisis suatu sistem. Metode ini dalam mengevaluasi keandalan sistem distribusi didasarkan pada bagaimana suatu kegagalan dari suatu peralatan mempengaruhi operasi sistem. Efek

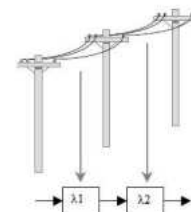
atau konsekuensi dari gangguan individual peralatan secara sistematis diidentifikasi dengan penganalisisan apa yang terjadi jika gangguan terjadi.

Kemudian masing-masing kegagalan peralatan dianalisis dari semua titik beban (load point). Pendekatan yang dilakukan dari bawah ke atas dimana yang dipertimbangkan satu mode kegagalan pada suatu waktu.

Indeks keandalan yang dihitung adalah indeks-indeks titik beban (load point) dan indeks-indeks sistem baik secara section maupun keseluruhan.

2.2 Parameter Keandalan

Keandalan erat kaitannya dengan pemutusan pada beban. Semakin sering suatu beban pada jaringan distribusi mengalami pemutusan maka keandalannya akan menjadi rendah. Pada sistem distribusi jenis radial semua komponen tersusun secara seri yang terdiri atas saluran, kabel, pemisah dan lain sebagainya. Sehingga kita dapat menghitung tingkat keandalan menggunakan kombinasi seri setiap komponen.



Gambar 1 Kombinasi Seri

Tingkat keandalan suatu sistem distribusi ini dapat dihitung berdasarkan parameter keandalannya, antara lain :

Average failure rate (λ_s)

Average failure rate merupakan parameter yang menampilkan frekuensi atau jumlah kegagalan setiap komponen yang berpengaruh pada *load point*. Parameter ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1. (Billinton, 1994)

$$\lambda_s = \sum \lambda_i \quad (1)$$

Repair Time (r)

Parameter ini merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan komponen dari saat awal mula terjadinya padam hingga komponen tersebut bekerja normal kembali selama jumlah waktu pengamatan sesuai dengan persamaan 2.

$$r = \frac{\sum r_i}{n} \quad (2)$$

Average Annual Outage Time (U_s)

Average annual outage time merupakan parameter yang menampilkan durasi atau lama pemadaman yang terjadi pada setiap komponen yang berpengaruh pada *load point*. Parameter ini dicari dengan mengalikan laju kegagalan dengan waktu perbaikan (*repair time*) sesuai persamaan 3 berikut ini. (Billinton, 1994)

$$U_s = \sum \lambda_i r_i \quad (3)$$

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

System Average Interruption Frequency Index merupakan indeks yang digunakan untuk menilai tingkat keandalan listrik dimana indeks ini menghitung rata – rata jumlah pemadaman yang dirasakan per pelanggan dalam selang waktu tertentu. Indeks ini dihitung dengan menggunakan persamaan 4 (Billinton, 1994)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N} \quad (4)$$

SAIDI (System average Interruption Duration Index)

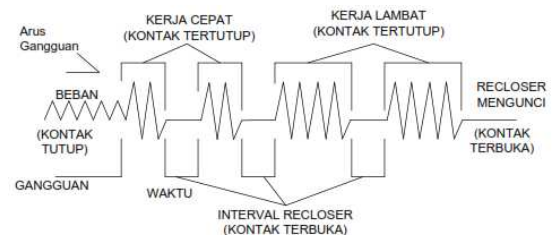
System Average Interruption Duration Index merupakan indeks yang digunakan untuk menilai tingkat keandalan listrik dimana indeks ini menghitung rata – rata durasi pemadaman yang dirasakan per pelanggan dalam selang waktu tertentu. Indeks ini dihitung dengan menggunakan persamaan 5. (Billinton, 1994)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N} \quad (5)$$

2.3 Recloser

Recloser merupakan suatu peralatan proteksi yang berfungsi untuk meminimalisir area yang terkena dampak gangguan. Recloser bekerja untuk mengamankan jaringan dari gangguan hubung singkat baik gangguan antar fasa maupun gangguan fasa ke tanah. Sesuai dengan namanya recloser dapat menutup kembali (*re - close*) secara otomatis berdasarkan *setting* yang telah ditetapkan.

Pada dasarnya prinsip kerja recloser sama dengan pemutus daya (*circuit breaker*) namun dilengkapi dengan peralatan kontrol. Peralatan kontrol ini berfungsi untuk mengendalikan kerja recloser. Recloser bekerja secara otomatis membuka dan menutup kembali sesuai *setting* waktu yang ditentukan. Saat terjadi gangguan sementara recloser tidak akan membuka tetap (*lock out*) namun akan menutup kembali sampai gangguan itu hilang. Sedangkan saat terjadi gangguan permanen setelah recloser membuka dan menutup kembali sebanyak *setting* yang telah ditentukan maka recloser akan membuka tetap (*lock out*). Proses operasi kerja recloser dapat dilihat pada gambar 2.5.



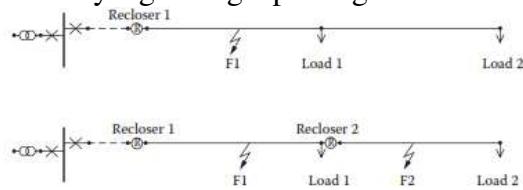
Gambar 2 Bentuk buka tutup hingga *lock out* pada recloser

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa proses membuka dan menutup kembali pada recloser didasarkan pada waktu. Saat terjadi gangguan maka recloser akan *trip* kemudian setelah selang waktu tertentu recloser menutup kembali. Proses ini terus berulang jika gangguan masih terdeteksi sampai recloser *lock out*.

2.4 Pengaruh Posisi Recloser

Recloser dipasang pada jaringan distribusi adalah untuk meminimalkan daerah yang terkena dampak gangguan. Dengan demikian posisi recloser sangat berpengaruh

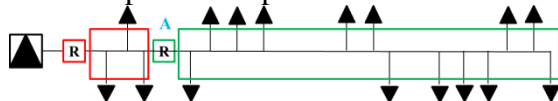
terhadap beban saat terjadi gangguan di jaringan. Berikut ini adalah contoh jaringan distribusi yang dilengkapi dengan recloser.



Gambar 3 Jaringan distribus menggunakan recloser

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa terdapat 2 jaringan distribusi yang masing – masing memiliki 1 dan 2 buah recloser. Jika gangguan terjadi di F1 maka recloser 1 akan beroperasi sehingga beban 1 (*load 1*) dan beban 2 (*load 2*) akan mengalami pemadaman. Penambahan recloser 2 pada gambar 2.7 akan meminimalisir jumlah beban yang terkena dampak gangguan. Jika gangguan terjadi di F2 maka hanya recloser 2 saja yang beroperasi sehingga beban 2 akan terputus dari suplai listrik sedangkan beban 1 tidak mengalami pemadaman. Dengan demikian semakin banyak recloser maka akan semakin banyak beban yang dapat dihindari dari pemadaman. Namun, hal ini berdampak buruk jika dilihat dari segi ekonomi dan perawatan. Oleh karena itu, dalam melakukan penambahan recloser baru perlu ditentukan posisi yang tepat dengan melihat jumlah beban yang terkena dampak gangguan.

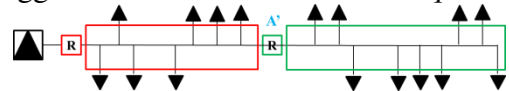
Kegagalan pada recloser itu sendiri juga akan menyebabkan semua beban yang menjadi wilayah proteksinya akan mengalami pemadaman. Laju kegagalan untuk panjang saluran biasanya diberikan dalam satuan kegagalan tiap panjang saluran. Dengan demikian perubahan panjang saluran akan mempengaruhi tingkat kegagalan dari saluran tersebut. Adapun hubungannya dengan posisi recloser dapat dilihat pada ilustrasi berikut.



Gambar 4 Ilustrasi penambahan recloser baru di titik A

Pada gambar 4 dapat dilihat ilustrasi sebuah jaringan distribusi radial yang telah

terdapat satu buah recloser. Kemudian dilakukan penambahan recloser baru di posisi A. Pada kondisi ini recloser akan beroperasi setiap kali saluran yang ada di bawahnya mengalami kegagalan. Dengan demikian beroperasinya recloser pertama tergantung pada laju kegagalan saluran yang ada di bawahnya sampai ke recloser baru. Keandalan pada kondisi ini dapat dihitung dengan menggunakan metode *section technique*.



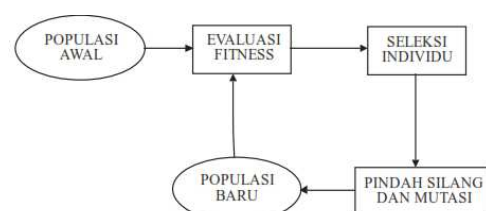
Gambar 5 Ilustrasi penambahan recloser baru di titik A'

Pada gambar 5 dapat dilihat adanya perubahan panjang saluran jika recloser baru ditempatkan di posisi A' sehingga laju kegagalannya juga akan berubah baik untuk recloser pertama maupun recloser kedua. Dengan demikian keandalannya juga akan mengalami perubahan. Jadi, perubahan panjang saluran ini berpengaruh terhadap keandalan pada sistem.

2.5 Algoritma Genetika

Teknik optimasi adalah suatu usaha atau kegiatan untuk mendapatkan hasil terbaik dengan persyaratan yang diberikan. Hasil yang didapat yaitu usaha yang minimal dan keuntungan yang maksimal. Usaha yang minimal dan hasil yang maksimal dapat digambarkan sebagai fungsi variabel, sedangkan optimasi didefinisikan sebagai proses untuk mendapatkan fungsi tersebut.

Ilustrasi mengenai siklus 4 langkah yang diinspirasi dari proses biologi untuk proses algoritma genetika di atas dapat dilihat pada Gambar 6. Setiap siklus yang dilalui memunculkan generasi baru yang memungkinkan sebagai solusi bagi permasalahan yang ada (Sumarno, 2011).



Gambar 6 Siklus algoritma genetika

III. METODE PENELITIAN

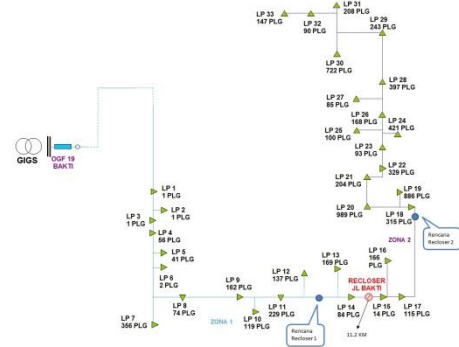
Adapun metode optimasi yang digunakan dalam menganalisis penempatan penambahan recloser pada sistem distribusi radial ini adalah dengan menggunakan metode algoritma genetika. Sedangkan dalam menghitung keandalannya metode yang digunakan adalah *section technique*.

Data – data yang dibutuhkan untuk pengujian program antara lain : diagram satu garis, laju kegagalan dan waktu perbaikan dan jumlah pelanggan yang terpasang. Langkah awal untuk menentukan posisi penambahan recloser pada sistem distribusi radial ini adalah dengan memodelkan feeder berdasarkan skenario posisi penempatan penambahan recloser baru dengan tujuan untuk menghitung tingkat keandalan pada feeder tersebut setelah dilakukan penambahan recloser baru tersebut.

Tahapan proses dalam perancangan program optimasi ini terdiri atas inisialiasi, evaluasi individu, seleksi, pindah silang dan mutasi (Sumarno, 2011). Setelah proses mutasi selesai maka diperoleh generasi baru yang terdiri atas beberapa individu baru. Setiap individu ini nantinya akan kembali dievaluasi dan diproses secara genetik (pindah silang dan mutasi) sehingga menghasilkan generasi yang baru lagi. Proses ini selesai jika kriteria pemberhentian (stopping criterion) dipenuhi. Dalam hal ini stopping criterion yang digunakan adalah jumlah generasi. Adapun algoritma pemrograman pada MATLAB dapat dilihat pada gambar 2.

Adapun untuk merepresentasikan penempatan recloser pada metode algoritma genetika ini adalah dengan terlebih dahulu membagi feeder menjadi beberapa *section* berdasarkan skenario posisi penempatan penambahan recloser baru. Setiap *section* akan dibagi menjadi beberapa titik beban (*load point*). Kemudian posisi recloser baru ini akan digeser sehingga nantinya akan ada perubahan panjang saluran yang akan berpengaruh terhadap tingkat keandalan di feeder tersebut. Jarak pergeseran recloser ini

dikodekan berupa kombinasi bilangan biner berdasarkan batas (*range*) tertentu. Sebagai contoh disajikan representasi penempatan recloser pada feeder 19 Bakti berikut.



Gambar 7 Posisi penambahan recloser feeder 19 Bakti

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa feeder 19 Bakti terdiri atas 33 *load point*. Setiap *load point* dapat terdiri atas satu atau lebih pelanggan. Pada feeder tersebut akan dilakukan penambahan satu buah recloser baru pada titik rencana recloser 1 atau rencana recloser 2. Titik Rencana 1 dan Rencana 2 inilah yang nantinya akan digeser berdasarkan *range* tertentu. Posisi setiap titik setelah digeser dikodekan berupa bilangan biner dengan jumlah bit tertentu. Cara menentukan jumlah bit binernya dapat menggunakan persamaan (2.5) berikut. (Michalewicz, 1996)

$$m = \log_2 \left[\{(b - a) \cdot 10^d\} + 1 \right] \quad (6)$$

Adapun batas pergeseran dan jumlah bit biner dari kedua titik ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1

Titik	Range (km)	Jumlah bit biner
A	9 – 10,9	8
B	1 – 4,3	8

Pada tabel 1 di atas nilai *range* adalah jarak yang dihitung dari letak recloser yang lama pada masing – masing titik. Jumlah bit biner masing – masing titik menjadi panjang kromosom individu dalam algoritma genetika atau dikenal dengan istilah jumlah gen. Berikut ini contoh kromosom individu posisi penempatan recloser baru pada feeder 19 Bakti

Tabel 2 Kromosom individu

No	Kromosom	Titik
1	11111000	Rencana 1
3	10101101	Rencana 2

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa titik Rencana recloser 1 dan rencana recloser 2 direpresentasikan menjadi bilangan biner 8 bit. Ketiga titik ini nantinya akan diproses satu per satu secara genetik dengan fungsi objektif berupa tingkat keandalan. Recloser baru nantinya akan dipasang pada titik yang memiliki tingkat keandalan paling baik.

Untuk menentukan letak recloser pada sistem distribusi radial ini fungsi objektif yang digunakan adalah indeks keandalan yakni SAIFI dan SAIDI. Fungsi objektif penempatan recloser dapat dilihat pada persamaan 2.4 dan persamaan 2.5. Fungsi ini nantinya yang digunakan untuk mengevaluasi setiap individu pada algoritma genetika.

$$f(x) = \frac{1}{\text{SAIFI.SAIDI}} \quad (7)$$

Berdasarkan persamaan.7 di atas dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai SAIFI dan SAIDI maka nilai $f(x)$ akan semakin besar, dengan kata lain individu akan memiliki nilai *fitness* yang besar. Indeks SAIFI dan SAIDI ini akan dihitung menggunakan metode *section technique*.

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Perhitungan Laju Kegagalan dan Waktu Perbaikan

Berdasarkan data gangguan penyulang *Feeder 19 Bakti* tahun 2014-2016 maka laju kegagalan dan waktu perbaikan penyulang dapat dihitung menggunakan persamaan 2

Tabel 3 Data Laju Kegagalan dan Waktu Perbaikan

Tahun	Laju Kegagalan	Repair Time
2014	0,8805031	1,50214286
2015	2,3899371	0,45868421
2016	2,1674717	0,4731535

4.2 Analisis Penempatan Posisi Recloser Baru *Feeder 19 Bakti*

Posisi penempatan recloser baru di *feeder 19 Bakti* dioptimasi dengan menggunakan metode algoritma genetika. Adapun parameter algoritma genetika yang digunakan dalam melakukan optimasi tersebut adalah sebagai berikut.

- Ukuran populasi : 200
- Generasi maksimum (*stopping criterion*) : 100
- Probabilitas pindah silang : 0,8
- Probabilitas mutasi : 0,05

Hasil *running* program menggunakan metode algoritma genetika ini dibandingkan dengan perhitungan secara manual dimana penempatan recloser dilakukan di setiap 10 meter dari panjang saluran. Setelah dibandingkan dengan perhitungan secara manual dapat dibuktikan bahwa metode algoritma genetika ini mampu memilih posisi yang tepat berdasarkan nilai *fitness* terbesar dimana pada posisi tersebut memiliki nilai SAIFI dan SAIDI yang optimal.

4.3 Posisi Penempatan Recloser Baru pada *Feeder 19 Bakti*

Berdasarkan Gambar 3.2 terdapat dua titik rencana penempatan recloser baru pada *feeder 19 Bakti* yakni titik A dan B. Batas pergeseran (*range*) dan jumlah bit biner setiap titik ini dicari dengan menggunakan persamaan (2.6) dimana hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.3.

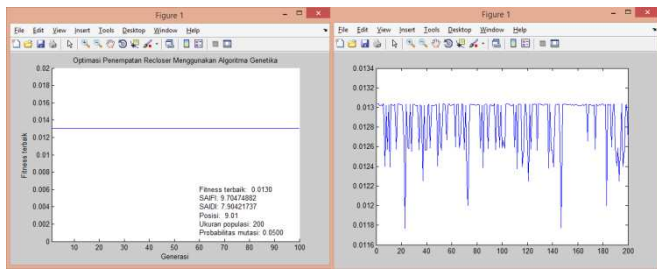
Tabel 4 Jumlah bit biner *feeder 19 Bakti*

Titik	Range (km)	Jumlah bit biner
A	9 – 10,9	8
B	1 – 4,3	8

Posisi rencana recloser pertama adalah dihitung dari PMT Outgoing, sedangkan rencana recloser ke dua dihitung dari recloser existing.

A. Posisi Recloser di Titik A

Pada titik A ini hasil *running* program menggunakan MATLAB dapat dilihat pada gambar 8

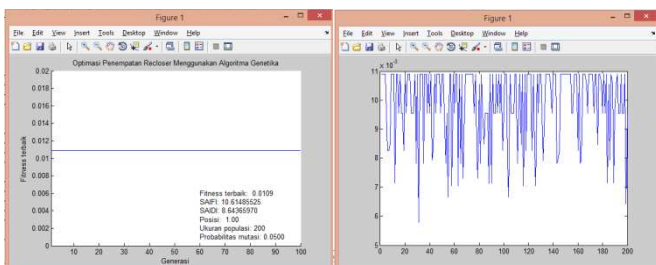


Gambar 8 Hasil *running program* titik A feeder 19 Bakti

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai *fitness* terbaik jika recloser baru ditempatkan di titik A adalah 0,0130 dimana posisi recloser berjarak 9,01 km dari PMT *Out Going*. Pada posisi ini nilai SAIFI yang diperoleh adalah sebesar 9,70474882 kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI sebesar 7,90421737 jam/tahun/pelanggan.

B. Posisi Recloser di Titik B

Pada titik B ini hasil *running program* menggunakan MATLAB dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9 Hasil *running program* titik B feeder 19 Bakti

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai *fitness* terbaik jika recloser baru ditempatkan di titik B adalah 0,0109 dimana posisi recloser berjarak 1 km dari recloser eksisting. Pada posisi ini nilai SAIFI yang diperoleh adalah sebesar 10,61485525 kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI sebesar 8,64365970 jam/tahun/pelanggan.

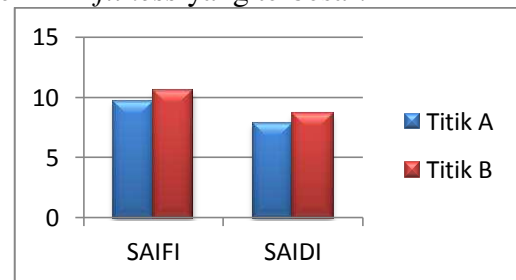
Adapun perbandingan *fitness* dan tingkat keandalan dari ketiga titik ini dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Perbandingan Nilai *Fitness* dan tingkat keandalan Feeder 19 Bakti

	SAIFI	SAIDI	FITNESS
Titik A	9,70474882	7,9042173	0,0130
		7	

Titik B	10,6148552	8,6436597	0,0109
	5	0	

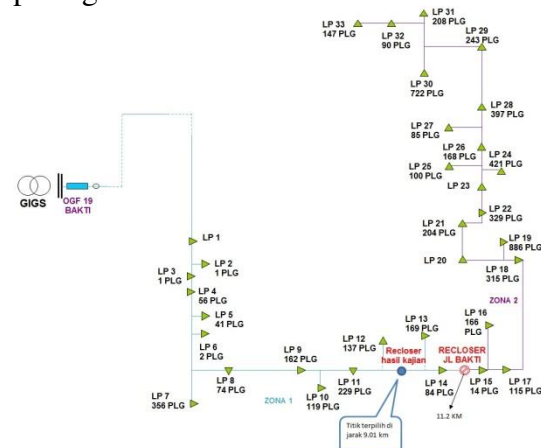
Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai *fitness* tertinggi berada pada titik A. Nilai SAIFI terbaik berada pada titik A yakni sebesar 9,70474882 kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI terbaik berada pada titik A yakni sebesar 7,90421737 jam/tahun/pelanggan. Berdasarkan hasil tersebut maka direkomendasikan penempatan recloser baru pada feeder 19 Bakti adalah di titik A karena memiliki *fitness* yang terbesar.



Gambar 10 Perbandingan SAIFI dan SAIDI di Titik A dan Titik B

4.5. Tingkat Keandalan Feeder Setelah Penambahan Recloser Baru

Skenario terpilih dari penambahan recloser adalah di titik A dengan jarak recloser baru berada pada titik 9,01 km di depan PMT *Out Going* seperti dipresentasikan pada gambar



Gambar 11 Hasil kajian penempatan penambahan recloser dengan nilai *fitness* terbaik

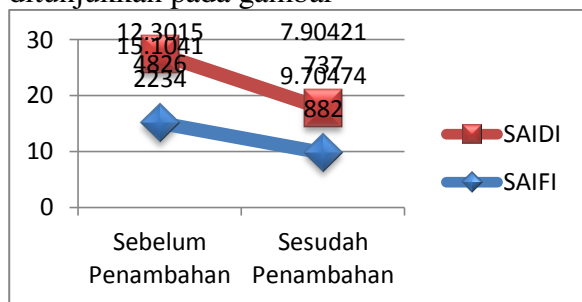
Maka dari hasil analisa didapatkan perbandingan keandalan sebelum dilakukan penambahan recloser dan sesudah dilakukan

penambahan recloser seperti dijelaskan pada tabel 6

Tabel 6 Kondisi Sebelum dan Sesudah Penambahan Recloser

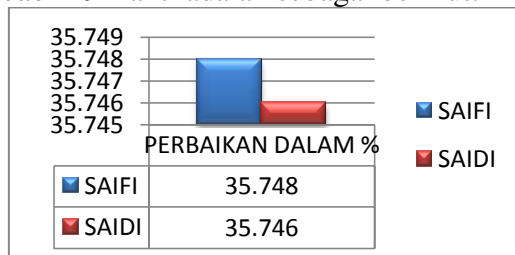
Kondisi thd Recloser baru	SAIFI	SAIDI
Sebelum Penambahan	15,10412234	12,30154826
Sesudah Penambahan	9,70474882	7,90421737

Dalam grafik dapat dilihat penurunan indeks keandalan SAIFI dan SAIDI seperti ditunjukkan pada gambar



Gambar 12 Perbaikan tingkat keandalan setelah dilakukan penambahan recloser di titik kajian terpilih

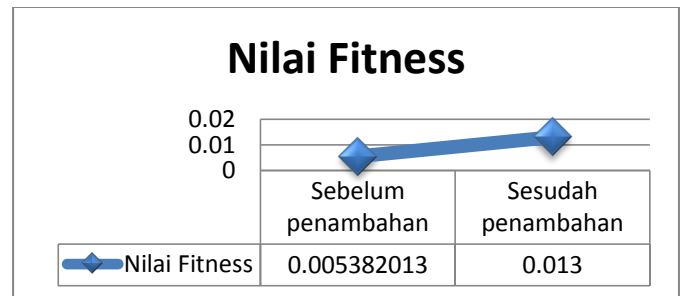
Dari data di atas maka dapat dihitung prosentase perbaikan untuk keandalan di Feeder 19 Bakti adalah sebagai berikut:



Gambar 13 Prosentase peningkatan perbaikan indeks keandalan SAIFI dan SAIDI

Dari grafik dapat di baca, setelah dilakukan kajian penempatan penambahan recliser di titik 9,01 km depan PMT *Out Going*, maka indeks keandalan SAIFI meningkat sebesar 35,748% menjadi lebih baik dan indeks keandalan SAIDI meningkat 35,746% menjadi lebih baik.

Perbandingan nilai *fitness* antara sebelum dilakukan penambahan recloser dan sesudah dipresentasikan dalam gambar



Gambar 14 Nilai *fitness* sebelum dan sesudah dilakukan kajian penambahan recloser

Dari gambar 14 diketahui terjadi peningkatan nilai *fitness* dari 0.005382013 adalah kondisi saat belum dilakukan kajian penambahan dan nilai *fitness* menjadi 0,013 setelah dilakukan penambahan recloser di titik 9,01 km depan PMT *Out Going*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *running program* dan analisa penempatan recloser baru di *feeder* 19 Bakti PT PLN (persero) dapat diambil kesimpulan Posisi penambahan recloser baru pada *feeder* 19 Bakti adalah di titik A yang berjarak 9,01 km dari PMT *Out Going*. Dimana besar penurunan nilai SAIFI 35,748 % dan penurunan nilai SAIDI 35,746 %.. Nilai *fitness* setelah dilakukan kajian penambahan recloser adalah 0,0013.

5.2 SARAN

Untuk meningkatkan keandalan pada *feeder* selain dengan melakukan penambahan recloser perlu diminimalkan waktu perbaikan recloser agar nilai SAIDI yang diperoleh menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Dehghani, N., dan R. Dashti. 2011. Optimization of Recloser Placement to Improve Reliability by Genetic Algorithm. Department of Electrical and Computer Engineering, Islamic Azad University, Iran.
- Dezaki, H.H., H.A. Abyaneh, A. Agheli, dan K. Mazlumi. 2012. Optimized Switch Allocation to Improve The Restoration

Energy in Distribution Systems. *Journal of Electrical Engineering* 63(1) : 47 – 52.

- Dezaki, H.H., H.A. Abyaneh, Y. Kabiri, H. Nafisi, K. Mazlumi, dan H.A. Fakhrabadi. 2010. Optimized Protective Devices Allocation in Electric Power Distribution Systems Based on the Current Conditions of The Devices. Department of Electrical Engineering, Amirkabir University of Technology, Iran.
- Goenadi, C. 2012. Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di PT PLN Distribusi Jawa Timur Kediri dengan Metode Simulasi Section Technique. *Jurnal Teknik ITS* 1(1).
- Prima. 2015. Analisa Tingkat Keandalan Sistem Gardu Induk 13,8 kV 6DN Minas PT Chevron Pacific Indonesia dengan Metode Section Technique. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia.
- Sumarno, R.N. 2011. Optimasi Penempatan Recloser terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik dengan Algoritma Genetika. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Wicaksono, H.P., I.G.N.S. Hernanda, dan O. Penangsang. 2012. Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique. *Jurnal Teknik ITS* 1(1).